

VII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**

26 y 27 de agosto, 2005 INBioparque, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica

## Lo que usted debe saber sobre Cambio Climático

**Autor:** Ana Rita Chacón Araya  
Ingeniera Química  
Programa de Cambio Climático  
Instituto Meteorológico Nacional

### Resumen

El efecto invernadero es un fenómeno natural que hace posible la vida en el planeta. Sin embargo, las actividades humanas están generando un aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que provoca un calentamiento superior al que se presenta en forma natural y que lleva al cambio climático. El principal gas emitido es el dióxido de carbono, producto de la combustión de los combustibles derivados del petróleo.

Debido a esta situación, se prevé un aumento de la temperatura entre 1,4 °C y 5,8°C para el año 2100; lo que podría ocasionar múltiples consecuencias en la biodiversidad, los recursos hídricos, la salud humana, la agricultura y la seguridad alimentaria, las zonas costeras, entre otros.

En 1994 se ratificó la Convención Marco de Cambio Climático y recientemente el Protocolo de Kyoto, mecanismos mediante los cuales se da respuesta internacional al cambio climático.

En Costa Rica, el Instituto Meteorológico Nacional coordina el Programa de Cambio Climático y dentro de sus actividades están la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, estudios en vulnerabilidad y adaptación, opciones de mitigación, así como actividades de sensibilización y educación sobre cambio climático.

### Contenido

La vida en el planeta es posible gracias a un fenómeno natural producido en la atmósfera llamado el efecto invernadero. La energía solar llega a la atmósfera en forma de luz visible. Cerca del 30% se dispersa inmediatamente, pero el 70% restante atraviesa la atmósfera para calentar la superficie de la tierra. La tierra para mantener el equilibrio debe devolver esta energía al espacio, pero no emite energía como luz visible sino que lo hace como radiación infrarroja o térmica. Sin embargo, esta energía en su viaje al espacio es absorbida en cierta proporción por algunos gases presentes en la atmósfera, los cuáles cautivan la radiación y producen un calentamiento de la superficie (efecto invernadero). Este calentamiento hace que la temperatura media de la superficie del planeta se encuentre aproximadamente 30 °C más elevada, haciendo posible la vida.

En la figura 1 se observa un diagrama del efecto invernadero.

El cambio climático es una alteración que los seres humanos estamos ocasionando a la forma en que la energía solar interactúa con la atmósfera y escapa de ella, o sea, una alteración al fenómeno del efecto invernadero. Cuando el ser humano directa o indirectamente emite mayor cantidad de gases, se aumenta el efecto invernadero, se produce el calentamiento del planeta y se provocan cambios en el clima.

**Figura 1. El efecto invernadero**



Fuente: UNEP -GRID-Arendal.

Uno de los gases que más contribuye al efecto invernadero es el vapor de agua, pero la actividad humana no influye directamente en su presencia en la atmósfera.

Los otros gases de efecto invernadero son de dos tipos: directo e indirecto. Se dice que un gas es de tipo directo cuando absorbe calor al estar presente en la atmósfera; y es de tipo indirecto cuando al estar en el ambiente, produce reacciones con el oxígeno o con la luz que dan como producto un gas de efecto directo.

En el siguiente cuadro se presentan los gases de efecto invernadero según su clasificación en directos o indirectos.

**Cuadro 1**  
**Gases de efecto invernadero**

Efecto directo	Efecto indirecto
Dióxido de carbono	Monóxido de carbono
Metano	Hidrocarburos volátiles
Oxido nitroso	Oxidos de nitrógeno
Ozono troposférico	Dióxido de azufre
CFC, HFC, PFC	

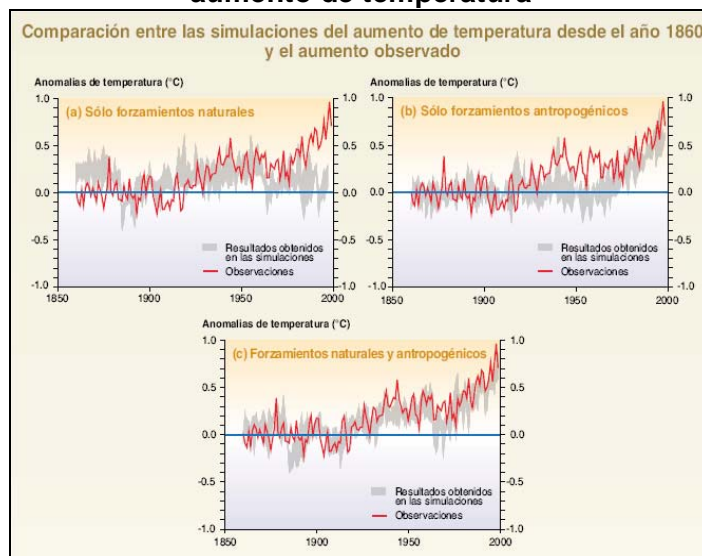
Como se puede observar en el cuadro 1, las sustancias agotadoras de la capa de ozono, al igual que los sustitutos de éstas, son gases de efecto invernadero directo. Esta situación es muy importante pues aunque las sustancias que sustituyen los CFC no dañan la capa de ozono, sí son gases de efecto invernadero muy potentes.

Ahora bien, la emisión de gases de efecto invernadero se presenta en varias actividades humanas y naturales. Las actividades naturales contemplan erupciones volcánicas, degradación de materia orgánica en pantanos, emisiones por termitas. Las actividades humanas abarcan la emisión de dióxido y monóxido de carbono, hidrocarburos volátiles y dióxido de azufre en todos los procesos de combustión (vehículos, industria, quema de bosque, quema de charrales, quema de residuos agrícolas y en algunos procesos industriales); el metano se produce en todos los procesos de combustión, en el proceso digestivo de los animales domésticos especialmente los rumiantes, en el manejo del estiércol, en el cultivo de arroz inundado, en los rellenos sanitarios y en el tratamiento de aguas residuales. El óxido nitroso y los óxidos de nitrógeno se producen en todos los procesos de combustión, en los procesos industriales, y especialmente por el uso de fertilizantes. Por último, se emiten CFC, HFC y PFC por su utilización en refrigeración, extintores, lavado en seco, aerosoles, etc.

El clima de la tierra ya se está modificando debido a las emisiones presentadas años atrás. Desde el siglo XIX existen mediciones de temperatura y estudios relativos al clima, con lo que se ha detectado que la temperatura superficial media global ha aumentado entre 0,3 y 0,6°C desde finales de ese siglo, y que las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera han crecido considerablemente a partir de la época preindustrial pasando en el caso del dióxido de carbono de 280 partes por millón (ppm) en el año 1850 a 370 ppm en el año 2000.

Además, se ha demostrado a partir de estas observaciones y los valores estimados por modelos, que este aumento se debe a las actividades humanas. En la figura 2 se puede observar la comparación de las observaciones y los modelos que demuestran esta hipótesis.

**Figura 2. Comparación entre modelos y observaciones en la determinación de causas antropogénicas del aumento de temperatura**



Fuente: IPCC, 2003.

Las investigaciones hasta ahora realizadas por el IPCC han demostrado que los sistemas naturales son vulnerables a los impactos producidos por el cambio climático.

Los científicos, utilizando modelos climáticos, predicen que bajo los supuestos de 35 diferentes escenarios, la temperatura podría variar entre el año 2000 y el 2100 de 1,4 °C a 5,8 °C, esto quiere decir que, de acuerdo a estos escenarios, lo mínimo que puede esperarse es que la temperatura aumente 1,4 °C, este cambio en la temperatura causará múltiples impactos en nuestro entorno.

Bajo estas condiciones, se prevé que el nivel medio del mar aumente entre 10 a 90 cm para el año 2100, debido a la expansión térmica en las capas superiores de los océanos y la contribución de la fusión de los glaciares. Además, las precipitaciones mundiales probablemente aumentarán en algunas regiones y en otras disminuirá, la frecuencia y la intensidad de los eventos meteorológicos extremos cambiará, y no puede descartarse el que haya transiciones climáticas rápidas e inesperadas.

La agricultura y la seguridad alimentaria pueden tener grandes presiones debido a la degradación de suelos, la producción global de alimentos puede verse afectada si la temperatura sube en más de 2,5°C. En las zonas tropicales la producción agrícola podría reducirse en un tercio, debido a una mayor tensión térmica, al desplazamiento de los monzones y a suelos más secos. Existen algunas posibilidades de un cambio positivo, debido a que la mayor concentración de dióxido de carbono en la atmósfera actuaría como un fertilizante pero

esta hipótesis es muy incierta considerando los cambios en temperatura, precipitación, plagas y disponibilidad de nutrientes.

Algo muy importante es que los riesgos a la seguridad alimentaria son más altos para las personas que no tienen tierra, así como para la población y los países más pobres.

Las zonas costeras son otro sector muy vulnerable. Mediciones a nivel global han demostrado que el nivel medio del mar se ha elevado entre 10 y 20 cm en los últimos 100 años. Si el aumento continúa, las zonas costeras, las islas y los estados insulares, son muy vulnerables pues pueden perder gran parte de su territorio o desaparecer. También, la intrusión de agua salada reduciría la cantidad y calidad de agua dulce cercana a las costas. En algunas islas del Mar Caribe ya el aumento del nivel del mar está contaminando aguas subterráneas. Por otra parte, el desplazamiento de las comunidades cercanas a la costa, que generalmente, tienen escasos recursos, haría que aumente el riesgo de infecciones y enfermedades, tanto psicológicas como de otros tipos.

También, la diversidad biológica y los ecosistemas son muy amenazados por el cambio climático, pues los hábitats podrían degradarse y fragmentarse en respuesta a presiones humanas. Las especies que no puedan adaptarse con suficiente rapidez podrían extinguirse. Los científicos han observado cambios inducidos por el clima en muchos procesos físicos, en especies y comunidades biológicas. Algunos ejemplos son la llegada más temprana de aves migratorias, la reproducción temprana de aves y anfibios y el movimiento hacia el norte de las mariposas.

En el caso de los bosques, podría cambiar la composición de éstos aunado a otras tensiones como el aumento de plagas, patógenos e incendios forestales.

Los ecosistemas oceánicos también pueden verse afectados en su productividad biológica y en la disponibilidad de nutrientes. El cambio en la temperatura y en las corrientes marinas puede causar desplazamiento geográfico en la diversidad biológica.

Los recursos hídricos tendrán un impacto en la cantidad de agua que se capta, pues al cambiar la distribución e intensidad de las precipitaciones, los aguaceros más intensos ocasionan mayor escorrentía, y se reduce la capacidad del agua para infiltrarse en el suelo. Además, los cambios en la cobertura vegetal influirán en la cantidad de agua que se va a retener.

La disponibilidad de agua podría aumentar las tensiones en las poblaciones, la agricultura y el ambiente. La salud humana depende de la seguridad alimentaria, del agua potable, de vivienda segura, de buenas condiciones sociales, así como un entorno ambiental y social adaptado para controlar enfermedades. Con todos estos factores viéndose modificados por el clima, la salud pública se verá afectada. Las olas de calor están vinculadas a las

enfermedades cardiovasculares y respiratorias, si se reducen los abastecimientos de agua potable aumentarán las enfermedades diarreicas. Los eventos climáticos extremos son una amenaza, pues pueden ser causantes de muerte y lesiones, así como de enfermedades contagiosas.

Una situación importante es el hecho de que al aumentar la temperatura se puede alterar la distribución geográfica de especies que transmiten enfermedades como el dengue, paludismo, malaria, fiebre amarilla, etc.

Todas estas posibles consecuencias dependerán de la forma en que el ambiente pueda reaccionar al aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Como hemos visto, son muchos los impactos y las consecuencias del cambio climático.

En vista de que el cambio climático es un problema global, debe ser enfrentado de una manera integral, por esta razón, la comunidad científica se ha preocupado y es así como en 1979 en la Primera Conferencia del Clima se reconoció que el cambio climático es un problema global. Posteriormente en el año 1988, como una iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), en el cual se reúnen científicos de todo el mundo con el mandato de evaluar el estado de conocimientos existentes acerca del sistema climático y el calentamiento global. Este grupo produjo el Primer Informe de Evaluación en 1990, que confirmó la evidencia científica del cambio climático.

En la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la cual fue firmada por 154 estados y que entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

Posteriormente, se han venido celebrando reuniones de las Partes anualmente, y es así como en 1997 se adopta el protocolo de Kyoto que es otro de los instrumentos para operativizar los compromisos de los países firmantes de la Convención.

Cabe destacar, que el Grupo Intergubernamental de Expertos continuó mejorando las evaluaciones sobre cambio climático, y ha presentado dos Informes de Evaluación posteriores, el Segundo en el año 1995, y el Tercer Informe de Evaluación en el año 2001.

Con respecto al Protocolo de Kyoto, su ratificación se produjo recientemente, en febrero del año 2005, una vez que al menos 55 países, y al menos países que representarán un 55% de las emisiones lo hubiesen firmado.

En la Convención sobre Cambio Climático los países se comprometen a presentar un informe de evaluación del país referente al inventario de emisiones, programas de vulnerabilidad,

adaptación y mitigación, transferencia tecnológica, sensibilización y educación del público, entre otros aspectos.

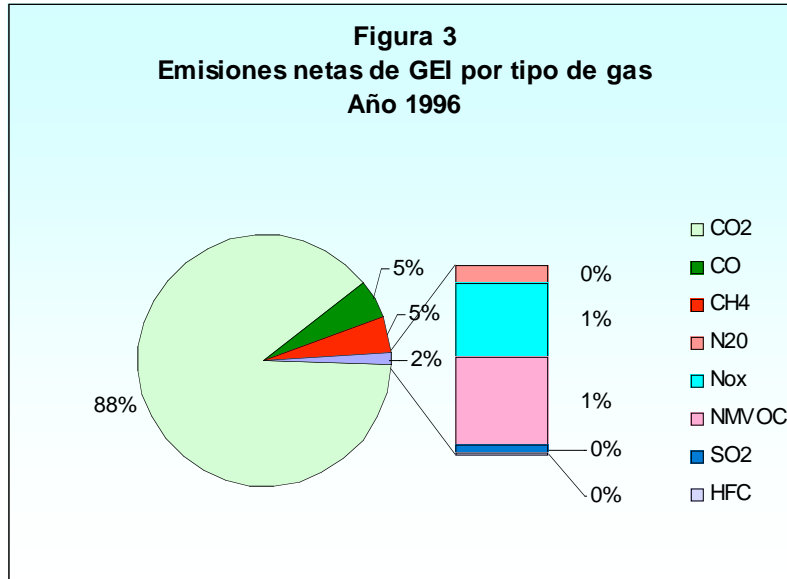
Los países industrializados tienen compromisos obligatorios de colaborar con los países en vías de desarrollo en todos los aspectos citados anteriormente.

Costa Rica ratificó la Convención en 1994 y su Protocolo en 1998. No obstante, desde finales de los años ochenta, el Instituto Meteorológico Nacional del Ministerio del Ambiente y Energía tiene a su cargo el Programa de Cambio Climático, el que se ve fortalecido con la creación de la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta en el año 1995. Dentro de este Programa se elaboran inventarios de gases de efecto invernadero en las actividades energéticas, procesos industriales, agricultura, cambio de uso de la tierra y manejo de desechos. También se realizan estudios de vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático así como actividades de investigación y, educación y sensibilización pública. Por su parte, la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta se encarga de los procesos de negociación de la Convención y fomenta proyectos dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio mediante los cuáles el país puede desarrollar proyectos amigables con el ambiente y recibir un beneficio económico por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

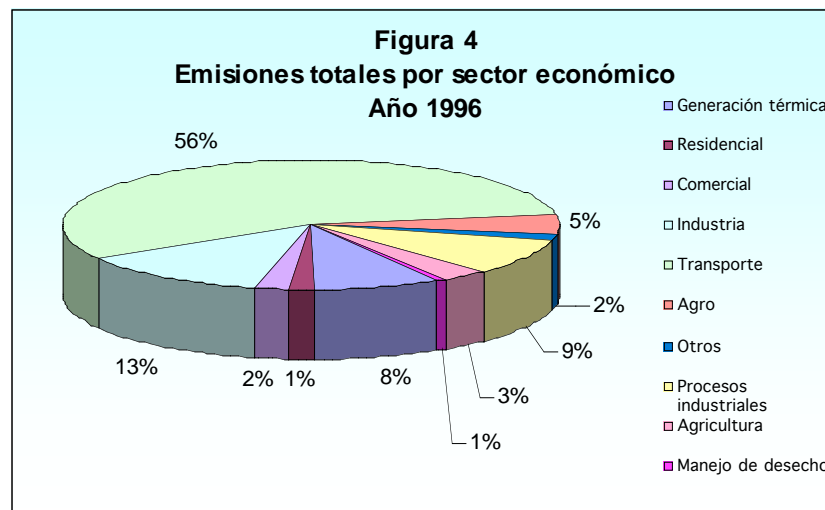
Todas estas actividades del Programa no solo buscan el cumplimiento de los compromisos adquiridos por el país con la ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático así como el Protocolo de Kyoto sino brindar al país la base científica para que los diversos sectores puedan hacer frente a las consecuencias del cambio climático.

Los inventarios de emisiones de gases en Costa Rica con año base 1990 y 1996, concluyen que el dióxido de carbono es el gas más emitido, y el sector transporte es el sector más emisor.

En las figuras 3 y 4 se puede observar el detalle de las emisiones de Costa Rica en el año 1996.



Fuente: MINAE - IMN, 2000



Fuente: MINAE -IMN, 2000

Con respecto a áreas y sectores vulnerables, se han realizado estudios en la zona costera, el sector agrícola, específicamente cuatro cultivos: café, papa, frijol y arroz; el bosque y los recursos hídricos son los otros dos sectores que se han estudiado hasta la fecha.

En todos estos estudios se ha determinado la vulnerabilidad del país ante un cambio climático, por lo que se ha iniciado un proceso de determinación de medidas de adaptación al mismo.



## **Bibliografía**

1. IPCC. 2003. Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2001. Ginebra, Suiza.
2. MINAE – IMN. 2000. Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero en Costa Rica. San José, Costa Rica.
3. MINAE - IMN. 2000. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. San José, Costa Rica.
4. UNEP. 1994. Convención sobre Cambio Climático. Suiza.
5. UNEP-Grid Arendal . 2005. Vital Climate Change Graphics Update. Norway.
6. UNFCCC. 2004. Cambio Climático Carpeta de Información. Suiza.